制造范式的演进规律与发展新制造的政策建议

杨青峰　任锦鸾*
中国传媒大学 经济与管理学院 北京 100024

摘要 到目前为止，制造业经过了3次范式转换，形成了手工制造、大机器生产、流水线生产、大规模定制4种制造范式。文章通过历史研究提出制造范式演进过程的5个规律：价值跃变、不可通约、逆向淘汰、原始创新和域定进化。尽管制造范式的转换过程具有时间跨度长、区域差异大等特点，但新旧制造范式之间的更替和演化仍然充分体现了“制造业革命”的内涵和规律。文章基于制造范式演进规律的研究，针对新制造发展提出了具有针对性的政策建议。

关键词 制造范式，产用融合，价值跃变，逆向淘汰，原始创新

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2019.12.011

当前，新工业革命已经成为世界性共识。在新工业革命所有涉及的领域当中，制造业革命是一个重要话题。制造业革命的核心命题可以进一步归结为新制造范式的求解问题，准确认识新制造范式，科学把握制造范式演进规律，制造业向何处转型的目标问题就会迎刃而解。到目前为止，人类社会已经经历过公认的3次制造范式转换，先后形成了手工制造、大机器生产、流水线生产、大规模定制4种制造范式，现在正在经历第4次制造范式转换，新制造范式正在形成当中。历史是未来的借鉴，在新工业革命背景下，对制造范式及其演进规律的深入理解和研究，将会有助于制订更加科学的新制造发展战略对策，从而更好实现制造业转型升级。

1 制造范式的定义与其关键影响因素

1.1 制造范式的定义

1962年，科学哲学家托马斯·库恩在《科学革命的结构》中提出了范式理论，此后成为所有范式问题研究的基本依据。托马斯·库恩把范式定义为一定时期内科学共同体的思维原则、方法论和价值观，并进一步对范式的内涵进行了解释，提出：范式是科学共同体一致接受的某一专业学科的基本理论和取得的

*通讯作者
修改稿收到日期：2019年9月21日

重大科学成就；不同学科各有自己的范式，每一学科在不同的发展阶段，也会有不同的范式；科学共同体拥有的工具和操作运演方式；范式拥有的范例是典型的具体题解，每一个科学共同体的成员通过范例的学习，才能掌握范式来学会解决同类的问题。

参照托马斯·库恩的范式理论，制造范式可以定义为：一定时期内制造业全体关于如何制造的思维原则、方法论和制造价值观；由一定时期内制造范式所形成的范例，具有通用性，制造业主体通过范例的学习能够解决同类的问题。到目前为止，人类的制造活动已形成了 4 种公认的、分别从属于不同历史时期的制造范式：手工制造、大机器生产、流水线生产、大规模定制，也称为第一到第四制造范式[1]。另外，范式理论也指出：一个新范式代替旧范式，不是真理代替谬误，其本质是价值观的转变，转变后的观念能够与世界更加融洽的互动。同样，尽管人们往往认为是技术进步促进了制造范式的转换，但根据范式理论，制造范式演进的本质是制造价值观的转变。

杨青峰[1]在《产用融合——智能技术群驱动的第五制造范式》（以下简称《第五制造范式》）中对第五制造范式进行了初步研究，认为继第四制造范式——大规模定制之后的第五制造范式将是产用融合，即：实现生产者与使用者、生产过程与使用过程、生产场景与使用场景的全方位融合，具有“边生产、边使用；边使用，边生产”——实时永续、按需生产的特点，它的价值核心是满足大众深层次、非物质的个性化需求。目前，制造业正处在从第四制造范式向第五制造范式转换的初始阶段。

1.2 制造范式形成的关键影响因素

人类的每个不同历史时期会形成不同的制造范式，它是多种复杂因素综合影响的结果。《第五制造范式》一文把制造范式演进的关键影响因素归结为 4 个方面：社会环境、制造价值观、技术和制度。制造范式的 4 个关键影响因素发挥不同的作用，其中：制造价值观在制造范式形成中起着决定性引领作用，这与范式理论认为范式转换的本质是价值观转换相一致；不同时代的创新技术起着构造制造范式内部结构的支撑性作用；政治、经济、社会等社会环境要素塑造了制造范式的时代性；制度的作用在于强化制造范式的价值。

通过对历史资料的归纳整理，本文把第一到第五制造范式的关键影响因素做了进一步总结和比较（表 1）。

表 1　制造范式的关键影响因素比较

制造范式名称	社会环境	制造价值观	技术	制度
手工制造	从原始社会到封建社会	满足基本生存需求，少量满足贵族需要	手工工具与手工制造技术	初期的官办手工作坊到后期资本性质手工工场
大机器生产	文艺复兴、科技革命与资本主义初期发展阶段	满足大众的基本物质需求	机器生产技术与蒸汽机动力技术	早期经验式工厂管理，末期泰勒科学管理
流水线生产	第二次科技革命、两次世界大战、发达资本主义阶段	满足更广泛和更大量的大众基础物质需求	电力技术、石油能源技术与流水线技术	科学管理、流水线管理、现代企业管理
大规模定制	长期物质繁荣、二战后的和平、计算机技术崛起	部分满足多样性、个性化需求	计算机技术、自动化技术、柔性制造、模块化生产、精益生产	精益管理、信息化管理、扁平化组织、网络化组织
产用融合（正在形成过程中）	虚实融合的社会环境全面形成；数字经济快速发展；全球政策支持新工业革命	满足大众深层次、非物质的个性化需要	智能技术群、智能机器、3D打印、智能工厂、工业互联网	国家层面发布了“互联网+”、智能制造、工业互联网、“双创”等相关政策；企业层面开始探索以创客化组织为代表的新型组织和制度

尽管关键影响因素决定了不同时代制造范式演进的必然性，但制造范式演进具有时间上的长期性和不确定性，具体的演进过程具有复杂性，还需要进一步把握制造范式演化过程中的具体演进规律，才能为新一轮制造范式转换提出更科学的战略对策建议。

2 基于历史研究的制造范式演进规律

制造范式演进既有时间上的较长期性，也具有效果上的跃变性，这就为人们认识制造范式演进规律造成了障碍。历次制造范式转换的事实证明：制造范式转换的成效是革命性的，但具体转换过程并不是在一夜间完成的。同理，《第五制造范式》一文论证的第五制造范式，也不可能在一夜间完成。人们不仅需要预先认知到制造范式转换的必然性，而且需要把握制造范式具体的演进规律，从而更有效地促进新旧制造范式转换的发生。对政府而言，这意味着制订出更有针对性的政策。本文采用历史研究的方法，归纳历次制造范式转换过程的共性，总结出制造范式演进 5 个方面的规律。

2.1 规律 1：价值跃变是新制造范式转换的本质

早期的一些研究专家认为制造范式转换（通常“工业革命”一词来表述）是渐变过程，甚至怀疑它是否真正发生。现在，制造范式转换是一个跃变过程已经在主流研究专家中达成共识[2]。制造范式转换带来的跃变可以分为构造跃变、经济跃变和价值跃变 3 个方面。其中：构造跃变主要是指制造范式内部结构发生的跃变，包括生产工具、生产方式和生产组织等多方面的系统跃变；经济跃变主要是指制造范式转换前后经济增长和经济效率方面发生的跳跃性变化。以往的研究往往从构造跃变和经济跃变出发，没有认识到价值跃变才是制造范式转换的根本。价值跃变，强调不同时期的制造范式满足了不同时期人们的价值需要，也就是制造价值发生了跃变，这也与范式理论的解释相一致。显而易见，价值跃变是经济跃变的基础，也是构造跃变的实现目的，在制造范式转换过程中具有关键引领意义。

制造范式演进过程中，构造跃变（即生产工具、生产方式和生产组织等多方面的系统跃变）是显而易见的。对于前 3 次制造范式转化引起的构造跃变，包括卡尔 · 马克思[3]、保尔 · 芒图[4]、埃里克 · 霍布斯鲍姆[5]、弗里曼 · 卢桑[2]等权威专家都在其著作中进行过详细分析，本文不再详细论述。

针对第一次制造范式转换，大量著作也对它带来的经济跃变成果进行了系统研究。例如：保尔 · 芒图[4]在《十八世纪的产业革命》一书中从人口、工业资本主义、工人、国家政策等方面分析了工业革命带来的后果；埃里克 · 霍布斯鲍姆[5]在《工业与帝国：英国的现代化历程》一书中写道：“在英国工业革命的鼎盛时期，英国生产了约占世界 2/3 的煤、1/2 的铁、5/7 的钢、1/2 的棉布、2/5 的金属器件。”这些论述实质上也是描述范式转换带来的经济增长。关于第二次和第三次制造范式转换，即流水线生产和大规模定制，研究专家往往采用康德拉季耶夫长波理论进行研究，证明这两次制造范式转换同样带来了显著的经济成效。在弗里曼 · 卢桑[2]的著作《光阴似箭：从工业革命到信息革命》中就对此进行了详细的数据分析和论证。

正如范式理论所述，制造范式演进的核心是价值观转换，价值跃变必然也会发生，但以往的研究往往忽略了这一点。从大规模定制开始，人们不仅仅看到经济增长，同时也能够明显感受到制造价值的变化，如：制造企业力图在不提高成本、不降低质量的情况下满足多样性的大众需要。它反映出一个事实，制造范式转换带来的并不仅仅是构造跃变和经济跃变，更重要的是实现了价值跃变。正在探索中的第五制造范式——产用融合，其核心价值就是要满足人们的深层次、非物质的个性化需求[1]。实质也是强调制造价值的升级，而不仅仅是构造跃变或经济跃变。时代环境塑造价值观，价值观影响潜在和实际需求，潜在需求

和实际需求要求不同的制造业构造来满足，因而导致制造范式的构造跃变。构造跃变是表现形式，比较显著。同时，需求决定产出，产出必然创造经济效益，经济跃变也必然发生。归根结底，认识价值跃变是认识制造范式演进的基础。

1943年，马斯洛[6]提出了需求层次理论，这为系统分析制造范式演进过程的价值跃变提供了理论基础。按照马斯洛的需求层次理论，人的需求包括生理需求、安全需求、情感和归属需求、尊重需求、自我实现需求等由低级到高级的5个层次。用马斯洛的需求层次理论来分析制造范式演进的价值跃变，可以发现：第一次制造范式转换主要是从手工制造时代的物质贫乏转变为满足人们较为基础的生理和安全需要；第二次制造范式转换主要是满足人们较为高级的生理需要和安全需要；第三次制造范式转换强调对人们情感、归属和尊重等方面的部分满足；新的一轮制造范式转换要充分满足人们关于情感、归属、尊重，以及自我实现的需要。制造范式演进与马斯洛需求层次理论的对应关系见表2。

制造范式演进不断满足人们的需求层次升级，人口增长是一个可观测的指标，本文以此指标来说明这个道理。第一次制造范式转换主要发生地英国，英国人口从1700年的500万人快速增长到1825年的2 000万人，增长了4倍。杰里 · 本特利和赫伯特 · 齐格勒[7]撰写的《新全球史》也对此进行了类似论述：“欧洲和欧裔美洲人口的数量在18世纪和19世纪迅速增长，这也源自经济的繁荣和生活水平的提高。”此后的第二次和第三次制造范式转换是全球性的影响，全世界的人口增长能够从侧面反映出制造业满足人类价值需求的程度。综合《世界人口史》和世界银行发布的数据，全世界人口在1900年为16.56亿，1950年达到25.01亿，2000年达到61.15亿，2018年达到75.94亿。

表2　制造范式演进与马斯洛需求层次理论对应关系

制造范式名称	对应马斯洛需求层次理论的层次
手工制造	最低级的生理需求
大机器生产	初级的生理需求和安全需求
流水线生产	高级的生理需求和安全需求
大规模定制	初级的情感、归属和尊重层次的需求
产用融合	高级的情感、归属和尊重需求，以及自我实现的需求

现在，人们往往过度关注数字化转型带来的构造跃迁、经济增长和生产效率提高，而忽略了制造范式演进过程中的价值跃变规律，这就有可能导致转型价值定位的偏差，从而带来风险。

2.2 规律2：新、旧制造范式之间存在不可通约性

范式理论对不可通约进行了大量论述，认为“新旧范式的不可通约性就像格式塔转换一样，要么整个的转变，要么不变”[8]。不可通约意味着新旧范式的转换是系统性重构，具有整体性和全面性的内涵，也意味着新旧范式发生了不可逆转的变化。

对照范式理论对不可通约性的解释和第一到第五制造范式的元素，我们能够清楚观察到制造范式的演进也具有不可通约性的规律。第一到第五制造范式的主要构成元素比较如表3所示。

对制造业转型升级来说，不可通约性意味着不能从旧制造范式以渐变的方式转换为新制造范式，而是需要系统的颠覆式创新来构造新制造范式。这一规律意味着当前的新制造范式探索，不能把新技术仅仅当作一种技术工具来使用，而是必须要与制造业深度融合，在系统性重构过程中才有可能找到答案。构造新制造范式所必需的系统性重构，将会包括制造的所有元素，如生产工具、生产方式、生产场所、生产资料、知识利用、产品、市场、生产价值、用户关系等，而不是局限于生产工具和生产方式的改进。另外，新旧制造范式的不可通约也意味着不可逆转，新制造范式一旦形成就会按照自有的规律进行进化，而不可能再次回到旧制造范式的进化通道。

表 3　第一到第五制造范式的主要构成元素比较

制造范式名称	生产装备	生产方式	生产场所	生产资料	生产知识	生产产品	生产价值
手工制造	手工工具	手工分散制造	家庭+手工工场	手工业者自己控制	个人掌握完全知识	手工个性化产品	自用与剩余交换
大机器生产	大机器及其组合	动力机+配力机+工作机生产	早期小型工厂	资本家控制	完全知识由组织掌握	批量产品	商品交换与资本利润最大化
流水线生产	流水线与专业化生产设备	流水线大规模标准化生产	大工厂	资本家控制，后转变为现代企业控制	企业完全控制知识	大规模标准化廉价产品	资本家利润最大化与规模化用户需求
大规模定制	柔性生产线	多品种部件标准化生产+整体组装	模块化小工厂	现代企业控制	企业与用户分享部分知识	多品种可定制产品	用户多样性需求
产用融合（正在形成过程中）	智能机器、智能工厂、3D打印机、工业互联网	基于产用融合的实时按需生产	网络化、数字化、智能化的虚拟工厂	工业互联网配置生产资料，包括大数据和物质材料	社会化的知识共享	非实体交付的智能产品或智能服务	满足深层次、非物质的个性化需要

现在，如果我们确认智能技术群给制造业带来的是新一轮制造业革命，那么一定就会有新制造范式形成。按照新旧范式不可通约性的规律，新制造范式不可能是当前主流制造范式的渐进式演变的结果，而一定是基于智能技术群的全新构造，而且一定满足了新一轮价值跃变的需求。

2.3 规律 3：旧制造范式的优秀者往往面临逆向淘汰

逆向淘汰也通常被称为精英淘汰，就是指在竞争中那些我们用常规眼光看来优秀的人或事物反而被淘汰。

从历次制造范式演进的历史，我们可以观察到一个现象：新制造范式并不是从旧制造范式运行最好的行业和企业中产生，而是从更加落后的行业或企业中跳跃式创造出来。新制造范式一旦创造出来，在随后的新旧制造范式的竞争中，由于具有价值跃变所形成的相对优势，能够更好地满足当时人们的需要，从而逆向淘汰旧制造范式和旧制造范式时代最优秀的企业。历次制造范式演进都能找到大量的实例证实。例如：大机器生产方式并不是诞生在手工制造更为相对完整和成熟的钟表业，而是对当时英国来说完全新生的棉纺织业；福特在手工制造汽车的基础上发明流水线生产，而不是当时更为先进的大机器生产基础上，可见大机器生产没有通过渐变直接演进到流水线生产，而是因为效率低下被无情淘汰；大规模定制的核心——精益生产也是因为丰田汽车公司不具备复制福特汽车公司的生产方式条件而创设出来的，而并不是大规模生产直接量变演化的结果，丰田汽车公司最早的生产基础也是手工制造[9]。

创新的概念最早由著名的经济学大师约瑟夫 · 熊彼特在 1912 年提出。约瑟夫 · 熊彼特认为创新就是企业家对生产要素的新组合，即“建立一种新的生产函数”，其目的是获取潜在的利润。1997 年，美国哈佛大学商学院创新理论大师克莱顿 · 克里斯滕森在其名著《创新者的两难》中对约瑟夫 · 熊彼特的创新理论进行了完善，提出了破坏式创新的概念。克莱顿 · 克里斯滕森指出破坏是相对于现有的主流技术、主流客户和关联企业而言的，一旦破坏性创新形成明确的性能改进轨道，也就演变为维持性创新，其后又会出现下一轮新的破坏性创新。制造范式演进能够用破坏式创新理论解释：享受旧制造范式红利的企业往往被既

得利益束缚，不愿意改变并满足人们对新价值的需要，也因此被落后者基于价值跃变的破坏式创新所超越。原本落后的行业或企业通过破坏式创新，实现价值跃变，能够更好地满足当时的用户需要，从而对旧制造范式的秩序产生破坏。新制造范式产生的新秩序，在维持一段时期后，被更新的破坏式创新颠覆，从而实现制造范式的演进。

当前，智能技术群对制造业的融合重构其实质就是一次破坏式创新。破坏式创新是制造范式演进基础，产生的后果就是逆向淘汰。新制造范式可能正在一个更加落后的局部领域创造出来并最终占据新时代的中心，而旧制造范式时代的优秀者最有可能被逆向淘汰。基于逆向淘汰规律，目前市场中的传统大企业可能是最危险的被淘汰者。

2.4 规律 4：制造范式演进通常伴随大量的原始创新

原始创新指前所未有的理论创新、产品创新、技术创新等。基于历史资料，可以发现在历次制造范式演进过程中，还伴随着大量的原始创新，这些原始创新是与制造范式演化紧密关联在一起的。例如：第一次制造范式转换前后发明了珍妮纺纱机、机械装备、蒸汽机、火车、蒸汽船等；第二次制造范式转换前后发明了内燃机、电动机、电灯、电话、电视机、汽车、摩托车、冰箱、空调、洗衣机等；第三次制造范式转换前后发明了集成电路、可编程逻辑控制器、计算机软硬件、打印机、互联网、摄像机、手机等[5]。显然，过去 250 年当中不仅仅发生了 3 次制造范式转换，伴随的还有大量具有原始创新特征的技术和产品。当前也是如此，近年来也已经有大量的新生事物发明，如消费无人机、自动驾驶汽车、可穿戴设备、服务机器人等。尽管基于原始创新的产品并没有与制造范式跃变的具体时间点产生直接的对应关系，但无疑对促进制造范式转换发生和新制造范式扩散具有重要意义。

从理论上可以这样解释：原始创新的新产品是连接消费升级（价值跃变）和制造范式转换（制造业转型升级）的关键节点。通过原始创新的新产品来满足潜在消费升级需要，通过制造范式转换来扩大新产品的竞争优势，新产品扩大的市场反过来使得制造范式转换具有了经济基础，这是一个良性运动的循环。事实证明，促进原始创新，就是对制造范式转换的促进，也是最终新制造范式能够实现价值跃变的原因。

认识原始创新与制造范式演进的关联对当前新制造范式的形成具有重要意义。企业需要围绕原始创新进行新制造范式的探索，而且要把产品的原始创新作为首要战略，并以此为基础探索数字化转型的方向和路径。

2.5 规律 5：新制造范式的形成只是域定进化的开端

新范式代替旧范式并不是一劳永逸，而是需要长期的进化和完善，范式理论把新范式的进化和完善活动称为常规科学。与常规科学的概念类似，布莱恩 · 阿瑟[10]在《技术的本质》一书中提出了“重新域定”的概念，并指出“这意味着提供了一套新的、更有效的实现目的的方法，还提供了新的可能性”。重新域定之后，域中发生的局部变化只是进化，而不是跃变式革命。尽管域定的概念与常规科学的概念有着近似的含义，但域定的概念更加贴切，能够让人们认识进化过程是一种新可能性的实现。因此，可以把新制造范式的形成视作对制造系统的重新域定。重新域定的概念强调新制造范式不仅仅是一种全新的实现制造价值的方法，更重要的是提供了全新的可能性。

如果把到目前的制造范式演进归结为 3 次重新域定，那么就可以把不同制造范式演进未发生之前的阶段定义为域定进化阶段。域定进化意味着新制造范式的形成并不是终点，而是不断进化的开始。

尽管新制造范式重新定义了制造价值和内部构造，但它只是域定进化的开端，要实现最优状态还需

要一个较长的时间周期。例如：手工制造并不是一成不变的，从早期文明的粗糙手工制造到晚期基于手工工场的精细制造经历了5 000年以上的进化过程；大机器生产以珍妮纺纱机发明的1764年作为起点，19世纪40年代才达到巅峰，到1903年流水线生产被创造出来之前它也一直在不断进化中；1903年福特创设流水线生产方式，不仅在福特时代一直不断改进，直到1990年精益生产方式（大规模定制的核心）在《改变世界的机器：精益生产之道》一书中被正式提出前也一直在改进中；大规模定制生产方式最早在1987年被提出，到现在才逐渐成熟和完善。2013年德国"工业4.0"战略提出的蓝图本质上可以看作是高度智能化的大规模定制生产方式。可以预见到，正在形成中的第五制造范式也必然会有一个域定进化的过程。

域定进化说明新制造范式尽管实现了价值跃变，具有强大的价值创造潜力，但并不意味着一开始就尽善尽美，而是在不断进化中完善，相应经济效果也需要一段时间才能达到最优。

3 发展新制造范式的政策建议

随着智能技术群的崛起，智能革命正在席卷全球，新工业革命作为智能技术群赋能工业的未来图景也逐渐成为热点。工业的中心问题是制造，新工业革命的核心自然也就是制造业革命。通常，国内外把当前发生的制造业革命归结为智能制造。但问题在于：尽管未来一定是智能制造，但由于实现智能制造的多重可能性却不能给制造业描绘一个清晰的未来。本文认为，制造业革命的关键问题是新制造范式的求解和制造范式演进规律的把握。有了新制造范式，并能够科学把握制造范式的演进规律，旧制造向新制造转型的目标问题才能迎刃而解。

正在形成中的新制造范式一定不是智能技术群的工具化应用，而是在满足新时代制造价值观需要的前提下，智能技术群与旧制造融合重构的结果。以德国工业4.0战略为代表，当前世界各国的智能制造政策主要还是围绕智能技术群的价值潜力探索制造业的构造跃变，试图从技术出发演绎出未来制造蓝图，这就导致了不同国家提出了不同的方向和蓝图，具体实践更是多种多样。而历史证明，一个时期一般只会形成唯一的制造范式，而不是很多种，这个唯一的新制造范式代表了一段时间内普遍的价值跃变需求。目前，从技术出发的政策可能正在误导未来的制造业发展，从而给企业带来不必要的损失。

因此，针对目前处在新制造范式的初始探索阶段的情况，比盲目提出具体的新制造范式更重要的是从制造范式演进规律出发，构建形成新制造范式所必需的环境，制订科学合理的政策，才是更快发展新制造的途径。本文结合对制造范式演进规律的分析，提出5方面针对性的政策建议。

3.1 从价值跃变出发规划总体政策框架

前文运用马斯洛需求层次模型对不同时代的制造范式进行了分析，认为制造范式之所以不断演化，关键在于满足了不同时期人们的不同层次需求，也因此证实制造范式演进本质核心是价值跃变。当前，随着社会生产的不断进步，社会物质财富的不断充足，新制造范式的主要价值是满足人类较高层次的需求，如情感、归宿、尊重和自我实现等非物质需求，发展新制造必须从这一价值跃变需求出发。

当前的政策体系往往围绕智能技术群的技术能力而制订，对促进智能技术产业帮助比较大，但对于发展新制造却价值不大，核心问题在于没有反映出制造范式演化蕴藏的价值跃变规律。因此，政策制订首先要从制造范式演进的价值跃变规律出发，分析价值跃变方向，然后再结合智能技术群的赋能价值，对发展新制造的总体政策框架进行全面的系统规划，才有可能使得新制造政策更加有利于促进新制造范式的形成。

3.2 基于超前战略研究进行政策体系设计

由于新旧制造范式的不可通约性，旧制造范式很

难在自身基础上通过渐进的方式转换为新制造范式。新制造范式极有可能是在更落后的制造范式基础上通过跃变的方式产生，并通过逆向淘汰实现新旧制造范式的转换。因此，发展新制造的政策体系设计不能以当前的制造业发展现状为依据，而是要充分考虑尚未发生的各种可能性。尚未发生的各种可能性，尽管存在不确定性，但并不等于任意想象，而是要建立在系统的超前战略研究基础上。

超前战略研究并不是没有依据，新旧制造范式转换的价值跃变规律为研究提供了基本的出发点，制造范式的4个关键形成要素为研究提供了基本的分析框架。超前战略研究要从分析当前社会环境、制造价值观、新技术等方面的潜在变化与影响开始，探索研究满足当前时代价值跃变的各种技术实现可能性，跳出制造业现状对思维的限制，并找到最有可能的超前制造业蓝图。同理，针对当前制造业正在发生智能革命，我们就不能从制造业现状来讨论制造业智能化的未来并设计政策体系，而需要从社会环境发展、制造价值观的演变、智能技术群的塑造潜力等更高层次进行超前战略研究，才有可能设计出更科学合理的政策体系。

总之，基于不可通约性的规律，促进新制造范式形成的政策体系设计应该建立在科学的超前战略和超前理论研究的基础上，而不是就现状讨论现状，就实践讨论实践。

3.3 进一步加强原始创新和社会创新的政策供给

基于新旧制造范式的不可通约性和制造范式演进过程的原始创新规律，旧制造不可能自然而然进化为新制造，而是必须建立在大量的原始创新的基础上，这也意味着破坏式创新必然会发生。原始创新意味着脱离旧制造的思维限定，实现真正的根本性创新。根据原始创新规律，新制造范式的形成与产品的原始创新紧密相关。产品的原始创新连接着消费升级（价值跃变）和制造范式转换（制造业转型升级），具有重要的支撑意义，应该优先考虑。

从制造范式的历史演进来看，新制造范式的形成往往掌握在后来者手中，而不是当前最先进者。这也说明原始创新的不确定性，而不确定性就要求更大范围地鼓励社会化创新。我们要针对原始创新的不确定性制订政策，而不是把政策针对到预设的确定方向。尽管目前已经有了一些鼓励社会创新的政策，但考虑到社会创新对促进新制造范式形成的重要意义，因此还需要进一步强化激励措施，尤其针对原始创新要有更明确、更有效的激励措施。

3.4 针对大型制造企业制订专门的转型升级政策

按照逆向淘汰的规律，在新旧制造范式转型过程中，旧制造的优势企业反而面临更大的逆向淘汰风险。由于“船大难掉头”的相关效应，盲目的转型可能会加速逆向淘汰进程。

在当前新制造范式尚存不确定因素的情况下，需要针对大型企业制订专门的新制造转型政策，不采取“一刀切”的措施。一方面促进大型制造企业迎合趋势，积极探索转型。另一方面要对大型制造企业提供足够警示并保护企业优势资源，不鼓励盲目转型，为实现真正的稳妥转型提供基础条件。

另外，大型制造企业也应该认识到在制造范式转换过程面临的巨大危机，需要积极地采取主动措施来应对可能的风险。例如，大型制造企业针对已有的原始创新产品，从局部开始探索转型方向和路径。

3.5 制订长效培育政策促进新制造范式的发展

制造范式的域定进化规律说明新制造范式并不是可以一蹴而就的工作，而是有一个跃变原型到逐渐完善的过程。就目前来说，很多创新只具有新制造范式的某一局部特征。这些创新可以看作是新制造范式的萌芽，如个性化定制、服务型制造、协同制造等，要发展成完整的新制造范式原型还需要一个过程。

认识制造范式转换是一个较为长期的过程，需要针对那些具有价值跃变特征的创新火花制订精准的长效培育政策，并根据实时监测情况，适时调整政策。

当然，新制造范式最终一定是通过竞争来唯一确定，可能会有很多培育的创新“火花”最终没有成功，但一定要确保所有创新“火花”在长效政策覆盖范围，并确实受益于政策。

4 结语

本文基于大量历史资料的研究，把制造范式的演化规律总结为价值跃变、不可通约、逆向淘汰、原始创新、域定进化 5 个方面，从而为当前更科学的实现新旧制造范式转换提供了一个基本的依据。以制造范式的演化规律为基础，本文提出 5 个方面促进新制造范式形成和发展所必要的政策建议。基于这些政策建议，政府将能够在新制造范式进程中发挥更有益的作用，从而加速和促进新制造时代的到来。

参考文献

1 杨青峰. 产用融合——智能技术群驱动的第五制造范式. 中国科学院院刊, 2019, 34(1): 32-41.

2 弗里曼·卢桑. 光阴似箭：从工业革命到信息革命. 沈宏亮, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 225-312.

3 马克思. 资本论. 郭大力, 王亚南, 译. 上海: 上海三联书店, 2017: 233-268.

4 保尔·芒图. 十八世纪产业革命. 杨人楩, 陈希秦, 吴绪, 译. 北京: 商务印书馆, 1983: 305-399.

5 埃里克·霍布斯鲍姆. 工业与帝国：英国的现代化历程. 梅俊杰, 译. 北京: 中央编译出版社, 2016: 45-68, 103-128, 129-167.

6 杨青峰. 智能爆发：新工业革命与新产品创造浪潮. 北京: 电子工业出版社, 2017: 23-24.

7 杰里·本特利, 赫伯特·齐格勒. 新全球史（第三版）. 魏凤莲, 张颖, 白玉广, 译. 北京: 北京大学出版社, 2007: 876-887.

8 托马斯·库恩. 科学革命的结构. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2017: 21, 79-113.

9 杨青峰. 未来制造：人工智能与工业互联网驱动的制造范式革命. 北京: 电子工业出版社, 2018: 4-76.

10 布莱恩·阿瑟. 技术的本质. 曹东溟, 王健, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2016: 79-82.

Evolution Law of Manufacturing Paradigm and Policy Suggestions for Developing New Manufacturing

YANG Qingfeng　REN Jinluan*

（School of Economics and Management, Communication University of China, Beijing 100024, China）

Abstract　Up to now, the manufacturing paradigm has gone through four stages: handmade, large machine production, assembly line production, and mass customization. Through historical research, this study finds five laws in the evolution of Manufacturing Paradigm, which are: value jump, incommensurability, reverse elimination, original innovation, localization and evolution. Although the transformation process of manufacturing paradigm has a long period of time, the evolution law between the old and new manufacturing paradigms still fully reflects the connotation of “manufacturing revolution”. Based on the study of the Evolution Law of Manufacturing Paradigm, this study puts forward some pertinent policy suggestions for the development of new manufacturing.

Keywords　manufacturing paradigm, production and use integration, value jump, reverse elimination, original innovation

* Corresponding author



杨青峰 中国传媒大学博士研究生；《新型工业化》杂志社工业4.0研究中心主任，高级工程师。主要研究领域包括新一代信息技术、信息化、智能制造以及新工业战略与政策等。E-mail: info_yang@sohu.com

YANG Qingfeng Ph.D. candidate, Communication University of China. Senior Engineer. Director of Research Center of Industry 4.0, *New Industrialization Magazine*. Major research areas include: next generation information technology, informatization, intelligent manufacturing, and new industrial strategy and policy research. E-mail: info_yang@sohu.com



任锦鸾 中国传媒大学经济与管理学院教授，博士生导师。教育部高等学校管理科学与工程类教学指导委员会委员，中国软科学协会理事，中国科学学与科技政策研究会理事，入选教育部全国万名创新创业导师。主要研究领域为创新管理与设计、大数据分析与新媒体运营、区块链与数字媒体价值开发。E-mail: jinluan_ren@163.com

REN Jinluan Professor, School of Economics and Management, Communication University of China. She is a member of the Steering Committee of Science and Engineering Teaching of the Ministry of Education, a member of the China Association of Soft Sciences, and a member of the China Science and Technology Policy Research Association. Major research areas cover innovation management and design, big data analysis and new media operations, blockchain and digital media value development. E-mail: jinluan_ren@163.com

■责任编辑：文彦杰

参考文献（双语版）

1 杨青峰. 产用融合——智能技术群驱动的第五制造范式. 中国科学院院刊, 2019, 34(1): 32-41.

Yang Q F. Production and use integration—Fifth manufacturing paradigm driven by intelligent technology group. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2019, 34(1): 32-41. (in Chinese)

2 弗里曼·卢桑. 光阴似箭：从工业革命到信息革命. 沈宏亮, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 225-312.

Freeman C, LouÇÃ F. As Time Goes by: From the Industrial Revolution to the Information Revolution. Translated by Shen H L. Beijing: China Renmin University Press, 2007: 225-312. (in Chinese)

3 马克思. 资本论. 郭大力, 王亚南, 译. 上海: 上海三联书店, 2017: 233-268.

Marx K. Capital. Translated by Guo D L, Wang Y N. Shanghai: Shanghai Joint Publishing Company, 2017: 233-268. (in Chinese)

4 保尔·芒图. 十八世纪产业革命. 杨人楩, 陈希秦, 吴绪, 译. 北京: 商务印书馆, 1983: 305-399.

Mantoux P. The Industrial Revolution in the Eighteenth Century. Translated by Yang R Q, Chen X Q, Wu X. Beijing: The Commercial Press, 1983: 305-399. (in Chinese)

5 埃里克·霍布斯鲍姆. 工业与帝国：英国的现代化历程. 梅俊杰, 译. 北京: 中央编译出版社, 2016: 45-68, 103-128, 129-167.

Hobsbawm E. Industry and Empire: The Birth of the Industrial Revolution. Translated by Mei J J. Beijing: Central Compilation & Translation Press, 2016: 45-68, 103-128, 129-167. (in Chinese)

6 杨青峰. 智能爆发：新工业革命与新产品创造浪潮. 北京: 电子工业出版社, 2017: 23-24.

Yang Q F. Intelligence Outbreak: The New Industrial Revolution and The Wave of New Product Creation. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2017: 23-24. (in Chinese)

7 杰里·本特利, 赫伯特·齐格勒. 新全球史（第三版）. 魏凤莲, 张颖, 白玉广, 译. 北京: 北京大学出版社, 2007: 876-887.

Bentley J, Ziegler H. Traditions & Encounters: A Brief Global History. 3rd ed.. Translated by Wei F L, Zhang Y, Bai Y G. Beijing: Peking University Publishing House, 2007: 876-887. (in Chinese)

8 托马斯·库恩. 科学革命的结构. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2017: 21, 79-113.

Kuhn T S. The Structure of Scientific Revolutions. Translated by Jin W L, Hu X H. Beijing: Peking University Publishing House, 2017: 21, 79-113. (in Chinese)

9 杨青峰. 未来制造：人工智能与工业互联网驱动的制造范式革命. 北京: 电子工业出版社, 2018: 4-76.

Yang Q F. Manufacturing in the Future: Artificial Intelligence and Industrial Internet-Driven Manufacturing Paradigm Revolution. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2018: 4-76. (in Chinese)

10 布莱恩·阿瑟. 技术的本质. 曹东溟, 王健, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2016: 79-82.

Arthur B. The Nature of Technology. Translated by Cao D M, Wang J. Hangzhou: Zhejiang People's Publishing House, 2016: 79-82. (in Chinese)